

# 高齢者用室内着の快適性客観評価式

松平 光男・守田 啓輔\*・中村 清光\*・松本 義隆\*

## Objective Evaluation Equation of Comfortable In-door Wears for Aged People

Mitsuo MATSUDAIRA, Keisuke MORITA\*,  
Kiyomitsu NAKAMURA\*, Yoshitaka MATSUMOTO\*

### Abstract

In order to develop objective evaluation equations of comfortability of in-door wears for aged people, subjective values obtained from wearing test are regressed with objective values of fabric basic mechanical parameters, thermal and moisture transfer properties. Suitable and significant equations for "Good handle", "Warm", "Easy to move", "Not stuffy", and "Comfortable" in-door wears were developed. Good handle is affected mainly by MMD, warmth is controlled mainly by thickness and air resistance, easy movement is affected by WT, unstiffness is influenced by thermal insulation value and air resistance, and total comfortability is dominated by thickness, K-value and SMD.

### 1. 緒言

衣服の快適性に関しては、既に多くの研究報告があるが<sup>1-3)</sup>、いずれも定性的研究あるいは一部の現象のみに関する定量的研究であり、未だ衣服全般に渡って実用可能な客観評価式は開発されていない。松平らは、数年前から婦人秋冬用パジャマの快適性客観評価式の開発に着手

し、織物地及びニット地からなるパジャマについて検討し、まず限られた範囲内で実用に足る客観評価式の開発に成功している<sup>4,5)</sup>。次に、主観評価に対応する基本力学特性及び熱・水分移動に関するパラメータを実用的観点から選択し、より有用な客観評価式の誘導を試みている<sup>6,7)</sup>。一方守田らは、より快適な高齢者用衣服のた

Table 1 Details of Developed Polyester Fabric Samples - 1

No.	Raising	Warp Yarn	Weft Yarn	Density( /inch) Warp Weft	Structure	Weight (g/m <sup>2</sup> )	Thickness* (mm)
1	No	FTPT, 75D/36F, Z350T/m	PC core yarn, 32S/1	207 96	Satin	145.5	0.588
2	Yes	FTPT, 75D/36F, Z350T/m	PC core yarn, 32S/1	207 96	Satin	148.9	0.775
3	No	FTPT, 75D/36F, Z350T/m	FTPHT, 185D/48F	207 96	Satin	117.4	0.334
4	Yes	FTPT, 75D/36F, Z350T/m	FTPHT, 185D/48F	207 96	Satin	118.8	0.848
5	No	FTPHT, 185D/48F, Z350T/m	PCC, 30S/1	132 91	Plain, Double	200.3	0.774
6	Yes	FTPHT, 185D/48F, Z350T/m	PCC, 30S/1	132 91	Plain, Double	199.0	1.035
7	No	FTPHT, 185D/48F, Z350T/m	Cotton(100), 30S/1	132 91	Plain, Double	201.9	0.805
8	Yes	FTPHT, 185D/48F, Z350T/m	Cotton(100), 30S/1	132 91	Plain, Double	200.3	0.774

\*Thickness is measured at the pressure 0.5 gf/cm<sup>2</sup>. FTPT; False twist polyester textured yarn, PC; Polyester(30)-cotton(70), FTPHT; False twist polyester hollow textured yarn, PCC; Polyester(30)-cupra(35)-cotton(35)

平成14年9月30日受理

\* 石川県工業試験場

めの織物開発を目的に、「軽い、暖かい、蒸れにくい、肌触りが良い、動きやすい」の5点の快適性要素を満たすべく高齢者用室内着を開発製作し、被験者による着用実験による衣服内温湿度変化を追跡している<sup>8,9)</sup>。しかしながら、開発された衣服の快適性評価には依然として、主観評価や温湿度変化のみに頼っており、素材物性から簡単に衣服の快適性を予測する客観評価式が望まれている。

そこで本研究では、高齢者用室内着(ブルゾン)を対象に、その快適性を布の基本力学特性値及び熱・水分移動特性値から予測する客観評価式の誘導を試みた。

## 2. 実験

### 2. 1 試料

実験は被験者を変えて二回にわたって行った。まず、表1に示すように、二種類の織物構造で、糸の影響がいかに現れるかを考慮して選んだ。次に、熱・水分移動特性装置であるサーモラボII<sup>10)</sup>によるDry Contact法<sup>11)</sup>による保温率の結果から、保温率が最大値と最小値を示す試料を含み、保温率が等間隔に分布するような試料7点を選択した。その詳細を表2に示す。この理由は、今回検討した室内着は、秋冬用であり、保温性を第一に考えているからである。

### 2. 2 実験方法

被験者については、表1の試料では、石川県工業試験場所属の中年者(30~50代)9名(女性5人、男性4人)であり、表2の試料は金沢大学教育学部所属の女子学生10名(21~23歳)であり、両者共 $20 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 、 $65 \pm 3\% \text{RH}$ 環境下の恒温恒湿室で行った。

着用実験は次の手順で行った。①被験者は恒温恒湿室に入り、椅子に座って安静を保つ(約10分間)。②室内着を着用し、温湿度センサーを取り付ける。室内着は直接肌の上に着用する。下衣は動きやすい長ズボンとする。③表1では自転車エルゴメータによる運動を15分間行う。④表2では、踏み台昇降運動を5分間持続する運動速度は、予備実験で軽く汗ばむ程度の条件を考え、メトロノームに合わせて毎分22回とする。④運動終了1分後に主観評価のアンケートに答える。運動終了後10分間は休憩する。⑤センサーをはずして終了とする。続いて他の試料を着用する場合は、さらに10分間以上の休憩後同様な手順を繰り返す。

主観評価項目としては、中年者に対しては、図1に示す4項目で5段階SD法を採用し、若年者に対しては図2に示す5項目で7段階SD法を採用した。

Table 2 Details of Developed Polyester Fabric Samples - 2

No.	Raising	Warp Yarn	Weft Yarn	Density( /inch)		Structure	Weight (g/m <sup>2</sup> )	Thickness* (mm)
				Warp	Weft			
1	No	FTPT, 75D/36F, Z350T/m	PC core yarn, 32S/1	207	96	Satin	145.5	0.588
2	No	FTPT, 75D/36F, Z350T/m	Cotton(100), 30S/1	207	96	Satin	150.0	0.574
3	No	FTPT, 75D/36F, Z350T/m	PT yarn, 150D/48F	207	96	Satin	117.7	0.293
4	No	FTPHT, 185D/48F, Z350T/m	Cotton(100), 30S/1	132	91	Plain, Double	201.9	0.805
5	Yes	FTPT, 75D/36F, Z350T/m	PC core yarn, 32S/1	207	96	Satin	148.9	0.775
6	Yes	FTPT, 75D/36F, Z350T/m	PT yarn, 150D/48F	207	96	Satin	119.4	0.852
7	Yes	FTPT, 75D/36F, Z350T/m	FTPHT, 185D/48F	207	96	Satin	118.8	0.848

\*Thickness is measured at the pressure 0.5 gf/cm<sup>2</sup>. FTPT; False twist polyester textured yarn, PC; Polyester(30)-cotton(70), PT; Polyester(100) textured yarn, FTPHT; False twist polyester hollow textured yarn, PCC; Polyester(30)-cupra(35)-cotton(35)

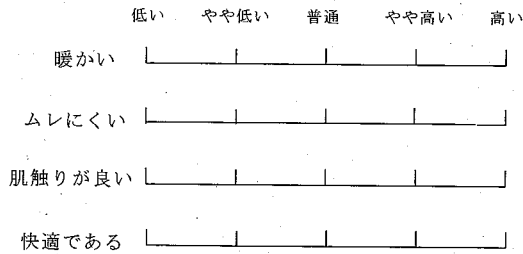


Fig.1 Items of questionnaires for subjective evaluation of clothing comfortability by middle aged people.

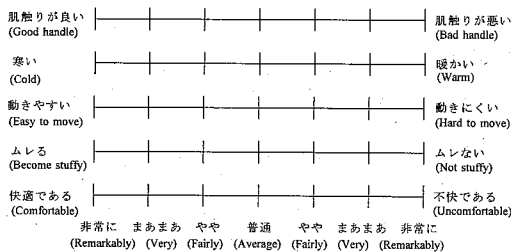


Fig.2 Items of questionnaires for subjective evaluation of clothing comfortability by young women.

### 2. 3 布の物性測定

布の基本力学特性パラメータは KES-FB システム<sup>12)</sup>で計測した。布の熱・水分移動特性パラメータとしては、サーモラボ II を用いて、Dry Contact 法及び Wet Contact 法による保温率、熱

伝導率、 $q_{\max}$  (接触冷温感の指標で、値が大きい程冷たく感じる) を求め、通気度試験器を用いて通気抵抗を求めた。また、石川県工業試験場で開発された、熱・水分移動特性測定装置による水蒸気透過指数 (ムレ指数)  $K^{13)}$  も測定した。

## 3. 結果

### 3. 1 物性値の結果

布の基本力学特性パラメータについては省略するが、熱・水分移動に関するパラメータは以下のように定義される。

#### (a) 保温率 (T.I.V.)

$$T.I.V. = (W_0 - W) / W_0 \times 100(\%) \quad (1)$$

但し、 $W_0$ : 布の無い状態の熱損失 ( $J/s/m^2$ )

$W$ : 布がある状態の熱損失 ( $J/s/m^2$ )

布の保温性測定には、Dry Contact 法、Dry Space 法、Wet Contact 法、Wet Space 法の 4 種類が考えられており<sup>10,11)</sup>、これらは人間の皮膚をモデル化したものである。今回は、素材の差が顕著になりやすい Dry Contact 法及び Wet Contact 法の結果を用いた。

#### (b) 見かけの熱伝導率 ( $k$ )

$$k = W \cdot D / A / \Delta T \quad (2)$$

但し、 $k$ : 布の見かけの熱伝導率 ( $J/s/m/K$ )

$W$ : 熱板の温度を一定に保つのに必要な熱損失 ( $J/s$ )

Table 3 Mechanical Parameters of Fabric Samples Used for In-door Wears of Aged People - 1

No.	LT	WT	RT	B	2HB	G	2HG	2HG5	LC	WC	RC	MIU	MMD	SMD	T	W
	-	gf·cm/cm <sup>2</sup>	%	gf·cm/cm	gf·cm/cm	gf/cm/deg	gf/cm	gf/cm	-	gf·cm/cm <sup>2</sup>	%	-	-	-	µm	mm mg/cm <sup>2</sup>
1	0.63	6.02	61.9	0.064	0.058	0.57	0.97	2.35	0.30	0.175	35.6	0.190	0.0095	1.95	0.588	14.55
2	0.69	5.23	60.1	0.058	0.048	0.60	1.33	2.40	0.40	0.324	40.3	0.244	0.0106	2.85	0.775	14.89
3	0.64	3.77	75.4	0.178	0.111	0.31	0.64	1.16	0.54	0.074	40.6	0.198	0.0095	1.54	0.334	11.74
4	0.70	3.52	68.9	0.074	0.056	0.37	1.04	1.44	0.56	0.518	37.3	0.232	0.0135	3.18	0.848	11.88
5	0.65	6.21	61.8	0.316	0.195	0.42	0.72	1.45	0.33	0.174	40.1	0.195	0.0204	5.41	0.774	20.03
6	0.72	4.91	64.5	0.293	0.183	0.40	0.73	1.21	0.46	0.454	42.5	0.212	0.0148	3.54	1.035	19.90
7	0.61	7.76	56.6	0.348	0.196	0.44	0.82	1.63	0.33	0.178	38.4	0.193	0.0302	7.53	0.805	20.19
8	0.56	8.41	54.5	0.285	0.163	0.42	0.71	1.27	0.49	0.517	38.3	0.230	0.0110	4.09	1.160	20.18

D: 布の厚み (m)

A: 熱板の面積 (=0.0025m<sup>2</sup>)

ΔT: 温度差 (=10.0K)

測定時の圧力は 6 gf/cm<sup>2</sup>である。

(c)  $q - \max(J/s/m^2/K)$  (3)

$q - \max$  は、一定の熱容量を持つ銅板の片面に布を接触させ、その直後の短時間内に生じる銅板から布へ移動する熱流束の最大値である。この値が大きい程布の接触時に感じる冷感が強い。

(d) 通気抵抗

布の通気抵抗は KES 通気度試験機<sup>14)</sup>を用いて、一定量の空気が布を通過するときの通気抵抗として計測される。

$AR = \Delta P/V$  (4)

但し、AR: 通気抵抗 (Pa · s/m)

ΔP: 布の表面と裏面との圧力差 (Pa)

V: 単位面積あたりの空気流れ(m<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>)

(e) 水蒸気透過指数

$K = \text{透熱抵抗値} / \text{透湿抵抗値}$  (5)

K 値が大きいものは保温性に対して顕熱(輻射熱)の寄与が潜熱(水の気化熱)よりも大きいことを意味しており、即ちムレにくいことを意味している<sup>15)</sup>。

表1の布に対する基本力学パラメータの結果を表3に、表2の結果を表4に示す。一部に重複があるが、わかりにくいので、両者を示した。

また、熱・水分移動特性パラメータの結果を各々表5、6に示す。

### 3. 2 主観評価値の結果

表1に対する中年者による主観評価の結果を表7に示す。これは被験者9名全員の平均値である。評価値については、平均を0とし、快適

Table 5 Heat and Moisture Transfer Parameters for Fabrics - 1

No.	TIV(dc) (%)	TIV(wc) (%)	k (J/s/m/K)	q-max (J/s/m <sup>2</sup> /K)	Rp (kPa · s/m)	K
1	20.4	29.4	0.0586	78	0.530	0.363
2	26.9	30.7	0.0578	54	0.531	0.317
3	14.1	15.1	0.0530	83	0.418	0.334
4	36.3	36.4	0.0582	36	0.283	0.368
5	19.7	29.3	0.0609	68	0.269	0.368
6	29.1	34.5	0.0635	51	0.307	0.357
7	24.0	29.9	0.0631	69	0.330	0.336
8	29.5	35.5	0.0658	47	0.316	0.347

Table 6 Heat and Moisture Transfer Parameters for Fabrics - 2

No.	TIV(dc) (%)	TIV(wc) (%)	k (J/s/m/K)	q-max (J/s/m <sup>2</sup> /K)	Rp (kPa · s/m)	K
1	20.4	29.4	0.0586	78	0.530	0.363
2	16.3	23.1	0.0580	74	0.464	0.370
3	12.5	16.7	0.0540	86	0.533	0.334
4	24.0	29.9	0.0631	69	0.330	0.336
5	26.9	30.7	0.0578	54	0.531	0.317
6	31.2	33.0	0.0520	41	0.488	0.364
7	36.3	36.4	0.0582	36	0.283	0.368

Table 4 Mechanical Parameters of Fabric Samples Used for In-door Wears of Aged People - 2

No.	LT	WT	RT	B	2HB	G	2HG	2HG5	LC	WC	RC	MIU	MMD	SMD	T	W
	- gf · cm/cm <sup>2</sup>	%	gf · cm <sup>2</sup> /cm	gf · cm/cm	gf · cm/cm	gf/cm/deg	gf/cm	gf/cm	-	gf · cm/cm <sup>2</sup>	%	-	-	-	μm	mm mg/cm <sup>2</sup>
1	0.63	6.02	61.9	0.064	0.058	0.57	0.97	2.35	0.30	0.175	35.6	0.190	0.0095	1.95	0.588	14.55
2	0.58	5.84	62.6	0.062	0.055	0.53	0.90	2.15	0.33	0.177	34.0	0.170	0.0086	1.80	0.574	15.00
3	0.67	3.92	73.3	0.112	0.072	0.37	0.67	1.41	0.60	0.056	42.2	0.229	0.0093	1.45	0.293	11.77
4	0.61	7.76	56.6	0.348	0.196	0.44	0.82	1.63	0.33	0.178	38.4	0.193	0.0302	7.53	0.805	20.19
5	0.69	5.23	60.1	0.058	0.048	0.60	1.33	2.40	0.40	0.324	40.3	0.244	0.0106	2.85	0.775	14.89
6	0.65	3.42	71.3	0.076	0.060	0.45	1.40	1.94	0.56	0.514	36.4	0.211	0.0133	3.04	0.852	11.94
7	0.70	3.52	68.9	0.074	0.056	0.37	1.04	1.44	0.56	0.518	37.3	0.232	0.0135	3.18	0.848	11.88

性にプラスする方向に+1、+2、マイナスする方向に-1、-2として点数化した。

表2に対する若年者の結果を表8に示す。評価値については、平均を0として、快適性にプラスする方向に、+1、+2、+3とし、マイナスする方向に、-1、-2、-3として点数化した。主観評価値の被験者同志の一致性については、平均値と各人との相関係数で判定し、逆相関が認められた人の結果は除外した。それ故、各項目について、一致した8人~10人の平均値を最終的な主観評価値として表8に示した。

#### 4. 客観評価式の誘導

室内着の試料数（8点及び7点）に比べて、力学パラメータ及び熱・水分移動特性値の数は多すぎるため、相関分析及びクラスター分析によって変数の絞り込みを行った。図1、2の項目の内、風合いと動き易さについては力学パラメータのみを変数とし、暖かさとムレにくさについては熱・水分移動特性値のみを変数とし、総合的快適感は両者から変数を選んだ。図3及び図4に力学パラメータ及び熱・水分移動特性値の表2についてのクラスター分析結果を示す。類似している変数内では、目的変数と最も相関の高い変数を選んだ。

Table 7 Results of Subjective Evaluation by Middle Aged People

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Warmth	1.33	1.222	0.444	1.111	0.778	1.222	0.778	1.222
Good Handle	0.667	0.556	0.667	1.00	-0.333	0.444	0.0	0.556
Unstiffness	-0.222	-0.444	0.556	-0.444	-0.556	0.0	-0.556	-0.444
Comfortability	0.889	0.444	0.556	0.667	-0.111	0.444	0.222	0.0

Table 8 Results of Subjective Evaluation by Young Students

No.	1	2	3	4	5	6	7
Good Handle	1.22	1.89	2.11	-0.67	1.78	2.11	1.22
Warmth	1.40	1.00	0.30	-0.10	1.80	2.50	1.90
Easy Movement	0.70	1.10	1.80	-0.60	1.40	2.00	1.90
Unstiffness	0.00	1.00	0.75	1.38	-0.63	-0.75	0.13
Comfortability	0.78	1.00	1.67	-0.22	1.00	1.11	0.88

ステップワイズ法による多重回帰を行ったところ、変数は2~3個取り込まれ、最終的に以下の客観評価式を得た。

$$Y = C_0 + \sum C_i \frac{X_i - M_i}{\sigma_i} \quad (6)$$

但し、 $C_0$ 、 $C_i$ ；係数、

$X_i$ ；計測される力学パラメータ、

$M_i$ ；力学パラメータの平均値、

$\sigma_i$ ；力学パラメータの標準偏差

表1、3、5、7から得られた客観評価式の各係数を表9に示し、表2、4、6、8から得られた係数を表10に示す。

#### 5. 快適性客観評価式の考察

風合いの点では、表9では厚みや曲げのヒス

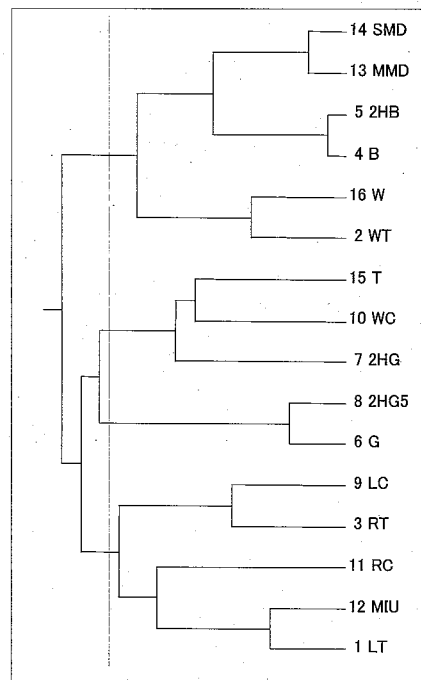


Fig.3 Dendrogram of variable cluster analysis for in-door wears for aged people using basic mechanical parameters obtained by KES-FB system ; divided into 4 groups.

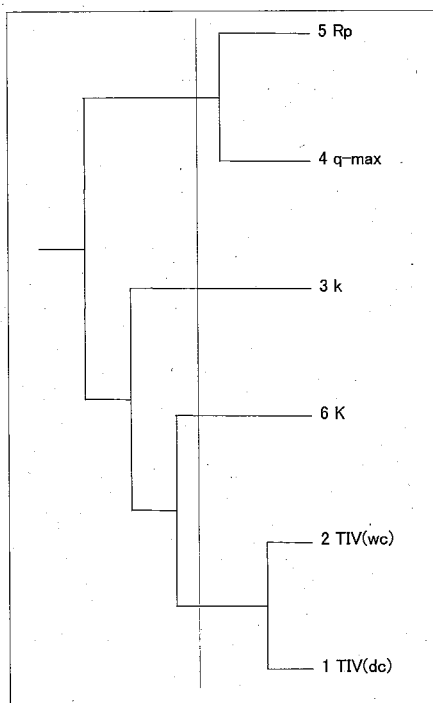


Fig.4 Dendrogram of variable cluster analysis for in-door wears for aged people using heat and moisture parameters; divided into 4 groups.

テレシスが効いており、表10では表面摩擦係数の変動が最も効いている。表10の方がわかりやすいので、本式を最終的な客観評価式とする。

暖かさの点では、表9では通気抵抗や厚みが大きい程暖かく、表10では  $q\text{-max}$  が最も効いている。 $q\text{-max}$  は接触冷温感であり、布に触れた直後に感じる冷たさであり、それが小さい程暖かいのも納得できる。しかしながら、表9の方が単純でわかりやすく、本式を最終的な客観評価式とする。

動きやすさについては、表10のみの結果であり、本式を最終的な客観評価式とする。

ムレにくさは、表9では厚みが最も効いており、厚みが小さい布はムレにくいという結果である。表10では、保温率が小さく、通気抵抗が小さい程ムレないという結果であり、こちらの方が説明しやすい。それ故表10を最終的な客観評

価式とする。

総合的快適感、表9では厚みが小さく、水蒸気透過指数が大きい程快適であるという結果であり、十分納得できる。表10では、表面粗さが小さく、引っ張りの回復性が大きく、通気抵抗が大きい程快適であるという結果である。両者とも一般的に言われている快適感の原因と矛盾せず、両者とも使えることが出来る。それ故両者共最終的な客観評価式とする。水蒸気透過指数を求められる場合には表9を使い、求めら

Table 9 Coefficients of Parameters for Evaluating "Warmth", "Good handle", "Unstiffness", "Comfortability" of In-door Wears Objectively, Obtained from Middle Aged People

Item	Parameters	$C_i$	$M_i$	$\sigma_i$
Warmth	1 Rp	0.2610	0.372	0.111
	2 T	0.1926	0.512	0.1411
	3 TIV-tp	0.1417	30.463	1.0271
	$C_s=0.625$ $R=0.913$			
Good Handle	1 T	0.2308	0.512	0.1411
	2 2HB	-0.2188	0.126	0.0614
	3 RC	-0.0741	39.20	2.0075
	$C_s=0.444$ $R=0.926^*$			
Unstiffness(RH Change)	1 T	-0.5379	0.512	0.1411
	2 TIV-tp	0.2762	30.463	1.0271
	3 K	0.2167	0.3488	0.0173
	$C_s=10.19$ $R=0.864$			
Comfortability	1 T	-0.2073	0.512	0.1411
	2 K	0.0754	0.3488	0.0173
	3 RC	-0.0566	39.20	2.0075
	$C_s=0.278$ $R=0.882$			

\*: 5% significance level

Table 10 Coefficients of Parameters for Evaluating "Good handle", "Warmth", "Easy movement", "Unstiffness", "Comfortability" of In-door Wears Objectively, Obtained from Young Women

Item	Parameters	$C_i$	$M_i$	$\sigma_i$
Good Handle	1 MMD	-0.6934	0.0136	0.0070
	2 RT	0.2688	65.001	5.8813
	$C_s=1.380$ $R=0.946^*$			
Warmth	1 $q\text{-max}$	-0.8906	62.57	17.74
	2 Rp	0.5250	0.4513	0.0954
	$C_s=0.1257$ $R=0.934^*$			
Easy Movement	1 WT	-0.9008	5.1014	1.4735
	2 G	0.1877	0.4757	0.0858
	$C_s=1.1857$ $R=0.987^*$			
Unstiffness	1 TIV-dc	-0.8028	23.9343	7.7122
	2 Rp	-0.7069	0.4513	0.0954
	3 k	0.0621	0.0574	0.0033
	$C_s=0.2686$ $R=0.994^*$			
Comfortability	1 SMD	-0.2627	3.1143	1.9060
	2 RT	0.2500	65.001	5.8813
	3 Rp	0.1054	0.4513	0.0954
	$C_s=0.278$ $R=0.972^*$			

\*: 5% significance level, \*\*: 1% significance level

れない場合には表10を使うのが勧められる。

表10の係数を用い、表1、2の試料に対しての客観評価式によって得た値と主観評価値との相関結果を図5～8に示す。ムレにくさの結果が若干低く、保温性の結果が最も一致性が高い。いずれにしろ、両者は極めて良く一致していると言える。これらは全て実用に使えると判断できる。

## 5. 結論

高齢者用室内着の快適性客観評価式を開発するため、布の基本力学パラメータ、熱・水分移動パラメータと衣服の着用実験による主観評価値とを回帰し、次の結論を得た。

(1) 布の基本力学特性パラメータ及び熱・水分移動物性パラメータから、“肌触りがよい”、“暖かい”、“動きやすい”、“ムレない”、“総合的に快適である”高齢者用室内着の客観評価式を誘導できた。

(2) 肌触りは主にMMDで評価され、暖かさは厚みと通気抵抗で評価され、動きやすさはWTで評価され、ムレ感は保温率と通気抵抗で評価され、快適感厚み、水蒸気透過指数、SMDで評価される。

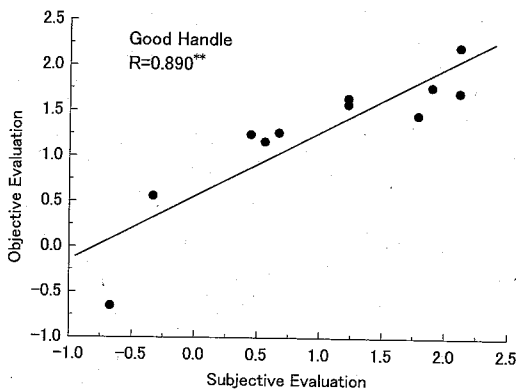


Fig.5 Relationship between subjective values and objective values calculated by the equations developed in this paper.

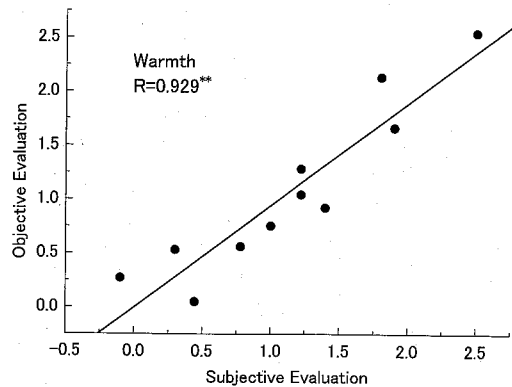


Fig.6 Relationship between subjective values and objective values calculated by the equations developed in this paper.

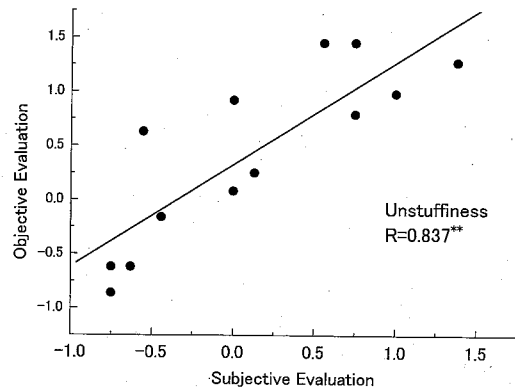


Fig.7 Relationship between subjective values and objective values calculated by the equations developed in this paper.

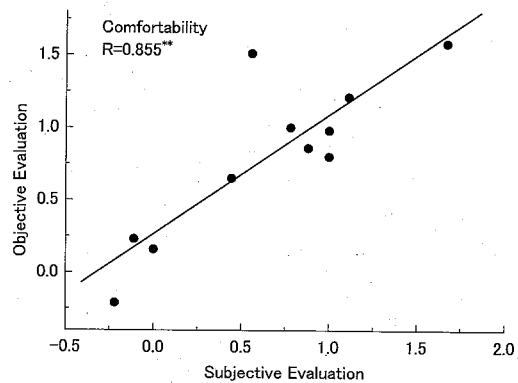


Fig.8 Relationship between subjective values and objective values calculated by the equations developed in this paper.

## 文献

- 1) 原田隆司：繊維製品消費科学、36 (1), 24 (1995).
- 2) 菅井、鎮西：繊維製品消費科学、36 (1), 95 (1995).
- 3) 稲村、中西、丹羽：繊維製品消費科学、36 (1), 102 (1995).
- 4) 松平光男、麻生典雄：繊維製品消費科学、39 (2), 117 (1998).
- 5) 松平光男、麻生典雄：繊維製品消費科学、39 (9), 578 (1998).
- 6) 松平光男、喜多香織：金沢大学教育学部紀要 (自然科学編)、48, 97 (1999).
- 7) 松平光男：金沢大学教育学部紀要 (自然科学編)、51, 17 (2002).
- 8) 石川県工業試験場：平成9年度地域産学官交流促進事業報告書「快適性衣料素材の開発」、p. 35 (1998).
- 9) 守田啓輔、中村清光、松本義隆：石川県工業試験場平成10年度研究報告、No. 48 (1999).
- 10) 川端季雄：繊維機械学会誌 (論文集)、37 (8), T130 (1984).
- 11) 松平光男：日本家政学会誌、39(9), 987(1988).
- 12) 川端季雄：繊維機械学会誌 (繊維工学)、26(10), P721 (1973).
- 13) 松本義隆、新保義正、中村清光：繊維機械学会誌 (繊維工学)、41 (11), P566 (1988).
- 14) 川端季雄：繊維機械学会誌 (論文集)、40 (6), T59 (1987).
- 15) 松本義隆、新保義正、中村清光：繊維加工増刊捺染手帳、No. 29, 631 (1991).